

SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE

SENA

CENTRO METALMECANICO



MATERIAL DE APOYO

APLICACIONES CON DIODOS

TEMA 3

Material de Apoyo

Introducción

En este tema veremos las principales aplicaciones de los diodos semiconductores, comenzando por el rectificador de media onda, el de onda completa, y terminando con los multiplicadores de voltajes y sus principales usos.

Objetivos:

- Identificar las configuraciones del diodo como rectificador de media onda y de onda completa.
- Comprender el funcionamiento del diodo como rectificador de voltaje
- Calcular el voltaje de CC pulsante.
- Comprender el concepto de voltaje de rizado
- Reconocer las diferentes configuraciones de los multiplicadores de voltaje.
- Identificar las configuraciones del diodo como Limitador y cambiador de nivel.

APLICACIONES CON DIODOS

Un diodo rectificador, idealmente hablando, es un interruptor cerrado cuando se polariza en directa y una interruptor abierto cuando se polariza en inversa. Por ello, es muy útil para convertir corriente alterna en continua. En este tema analizaremos los tres circuitos rectificadores básicos.

Una vez estudiado el tema, debería ser capaz de:

Saber cual es la función del transformador de entrada en las fuentes de alimentación.

Ser capaz de dibujar el esquema de un circuito rectificador de media onda y explicar su funcionamiento.

Ser capaz de dibujar el esquema de un circuito rectificador de onda completa y explicar su funcionamiento.

Ser capaz de dibujar el esquema de un puente rectificador y explicar su funcionamiento.

Saber como funciona y para que sirve un condensador de entrada como filtro dentro de la fuente de corriente.

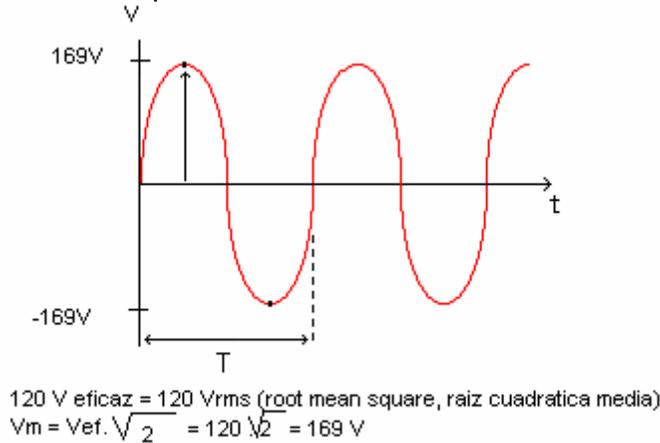
Ser capaz de encontrar las tres características principales de un diodo rectificador en una hoja de especificaciones de un catálogo.

RECTIFICADOR DE MEDIA ONDA

La mayoría de los dispositivos electrónicos, tales como un radio, un televisor, un computador etc, trabajan internamente con corriente continua, la cual la obtenemos de baterías o pilas, lo que seria demasiado costoso , para solucionar este inconveniente, se utiliza la red de energía publica, que coge 120 V del enchufe y transforma la alterna en continua a la salida.



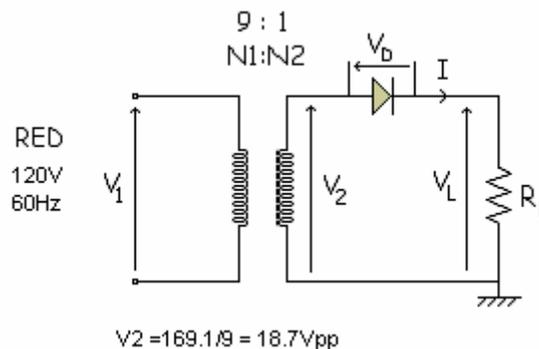
Tenemos que diseñar la Fuente de Alimentación. Para esto Partimos de una señal senoidal del enchufe. como podemos observar.



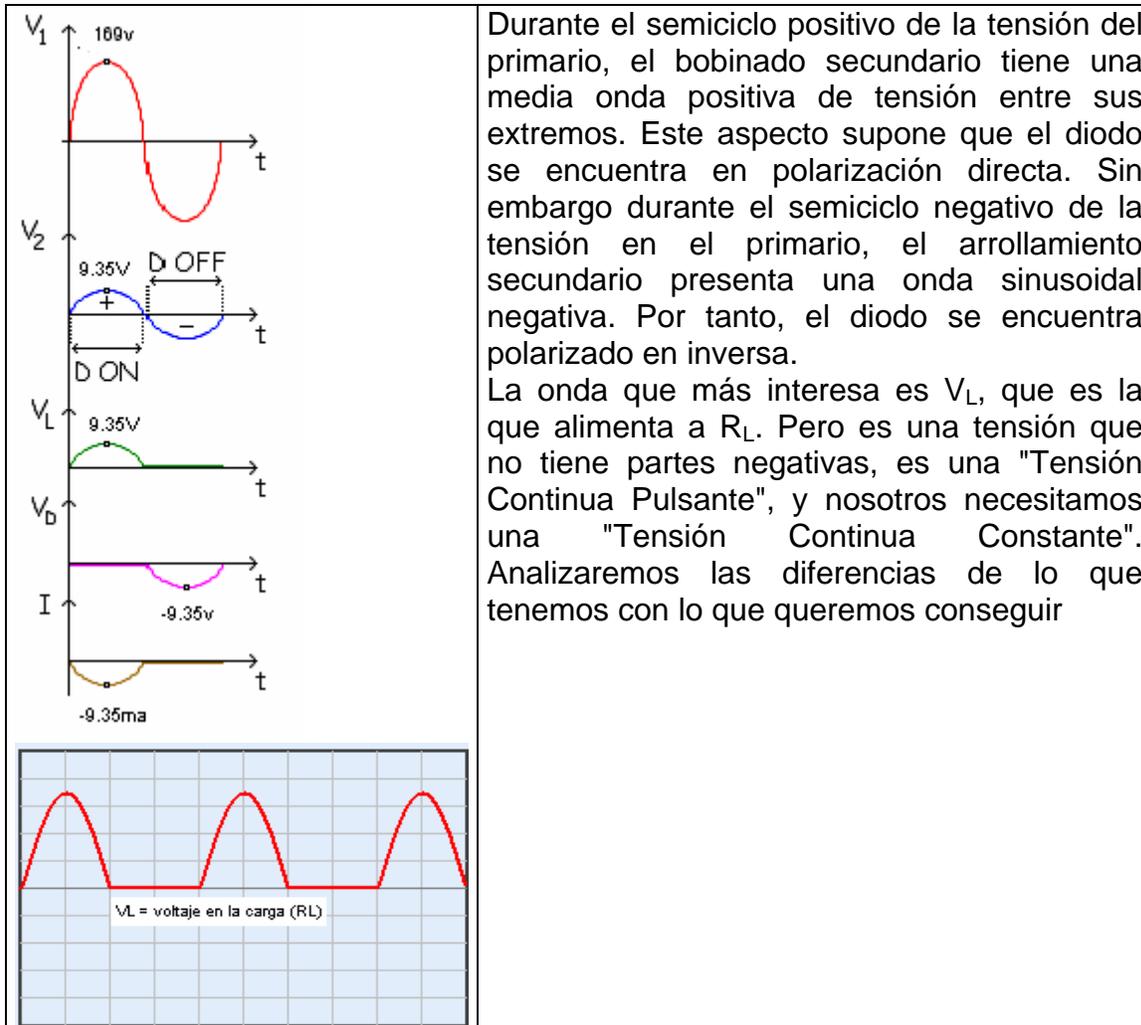
si tenemos 120 V y 60 Hz, El periodo T, será: $1/f = 1/60$ ciclos/segundos, luego $T = 1/60\text{hz} = 16,67\text{milisegundos}$

Lo primero que tenemos que hacer es reducir de 120 V a 12 V en continua, esto es, primero necesitamos un transformador que reduzca la tensión.

Este es el circuito más simple que puede convertir corriente alterna en corriente continua. Este rectificador lo podemos ver representado en la siguiente figura:



Las gráficas que más nos interesan son:



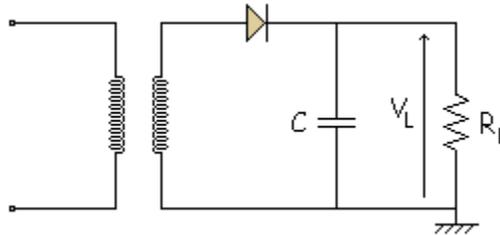
Lo ideal sería que solo tuviésemos la componente continua, esto es, solo la primera componente de la onda que tenemos.

El valor medio de esa onda lo calcularíamos colocando un voltímetro (en DC) en la R_L , si lo calculamos matemáticamente sería:

$$V_{cc} = \frac{V_{p2}}{\pi} = \frac{9,35V}{\pi} = 2,97V$$

Y este sería el valor medio que marcaría el voltímetro. Como hemos visto tenemos que eliminar las componentes alternas. Por último diremos que este circuito es un rectificador porque "Rectifica" o corta la onda que teníamos antes, la recorta en este caso dejándonos solo con la parte positiva de la onda de entrada. Para

solucionar este problema se necesita filtrar la componente alterna que tiene el voltaje en R_L , veamos como se hace:



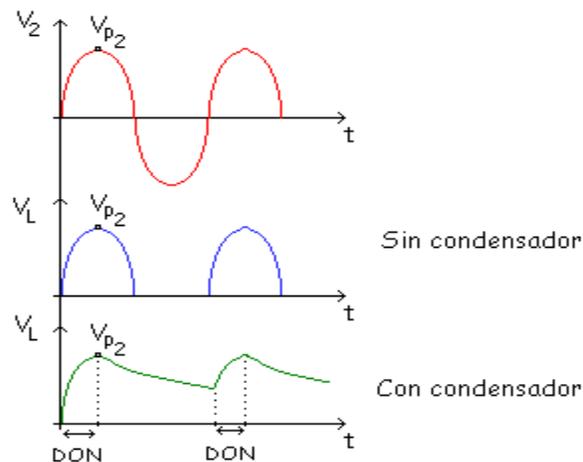
Pero antes de empezar a hacer cálculos vamos a ver un concepto.

Primeramente vamos a ver ese circuito sin C. En este caso la forma de onda de la intensidad es igual a la tensión en la resistencia.



El objetivo del C es desviar parte de la corriente por él, para que sólo vaya por la R_L la componente continua de Fourier y el resto se cortocircuite a masa a través del condensador.

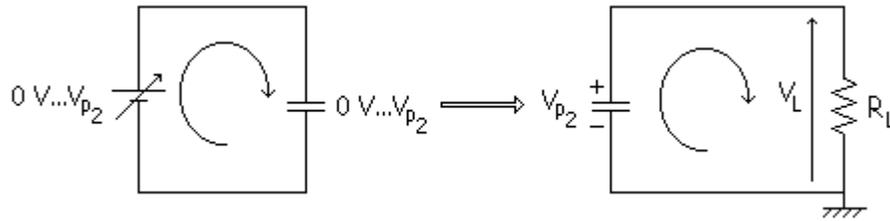
Las ondas que tendríamos con y sin C serán estas, comparadas con la onda del secundario:



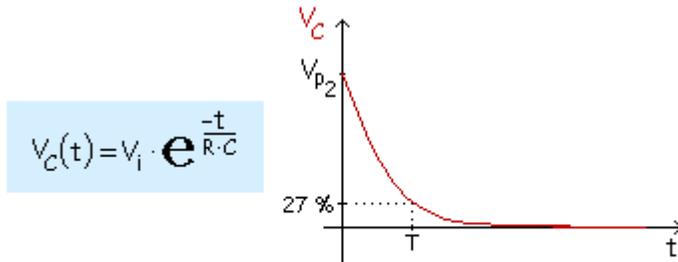
Al añadir el C hay modificaciones en el comportamiento del circuito. Veamos los pasos que se dan:

Inicialmente el C es un cortocircuito, y al enchufar el circuito a la red es C se carga de 0 a V_{P2} . Se cargará la ritmo del transformador porque el diodo es ideal, con lo que es un cortocircuito.

Cuando el C se ha cargado del todo a V_{P2} , a partir del valor máximo, el D entra en inversa y deja de conducir (D conduce hasta V_{P2}), con lo que empieza a disminuir el valor de la tensión de salida.

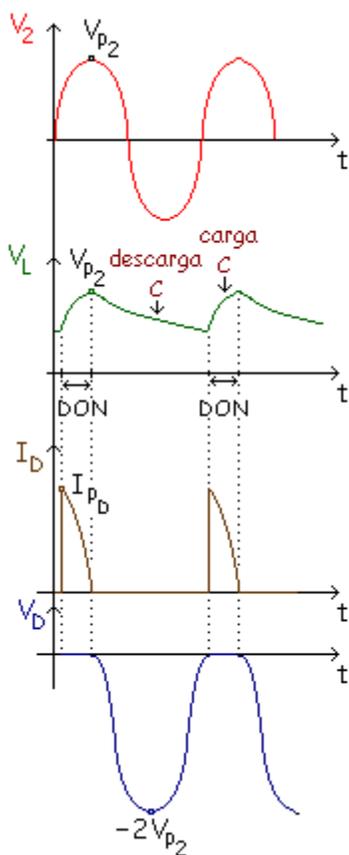


Ahora se descargará el C a través de RL.



Constante de tiempo: $T = R_L \cdot C$ a 5T supondremos descargado a cero

El C se va descargando hasta igualarse al valor de VL, entonces el D pasa a ON con lo que se vuelve a cargar hasta Vp2 y se repite el proceso.

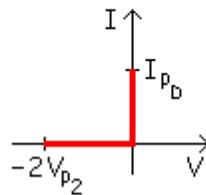


Mientras el C se carga D conduce (D ON) y mientras C se descarga D no conduce (D OFF). Ahora el D está en ON en menos tiempo que antes y las corrientes son muy grandes porque el C se carga en poco tiempo.

En poco tiempo necesita mucha energía, por lo tanto la intensidad es grandísima, y el resto del tiempo el D no conduce.

La tensión en el D se da cuando está en OFF. El valor máximo de esa tensión es:

$$V_D = V_2 - V_L = -V_{p2} - V_{p2} = -2V_{p2}$$

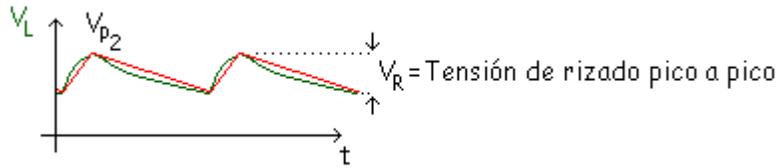


A ese valor máximo de tensión en inversa se le llama "Tensión Inversa de Pico del Diodo".

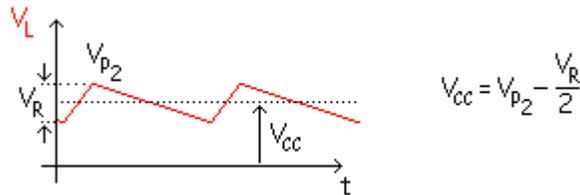
El cálculo de I_{PD} ("Intensidad de Pico del Diodo") es muy difícil de calcular, hay que resolverlo por iteraciones y esto es muy largo por ello lo haremos con aproximaciones.

Aproximaciones

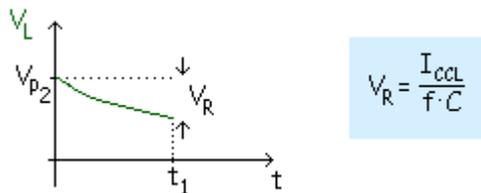
1ª Aproximación (diodo ideal)



Como se ve en el dibujo se aproxima a rectas, lo convertimos en lineal.



Para calcular el valor del rizado, vemos la descarga del condensador que es una exponencial hasta t_1 (ese valor de t_1 lo hemos calculado anteriormente por iteraciones), y al final después de hacer integrales tomando la intensidad constante se llega a un valor del rizado de:



Recordar:

Sin condensador $V_{cc} = \frac{2V_{p2}}{\pi}$

Con condensador $V_{cc} = V_{p2} - \frac{V_R}{2}$

2ª Aproximación

$$V_{pL} = V_{p2} - 0,7 \quad V_{cc} = V_{p2} - 0,7 - \frac{V_R}{2}$$

3ª Aproximación

$$V_{pL} = V_{p2} - 0,7 - I_{FB} \leftarrow \text{se suele despreciar etc...}$$

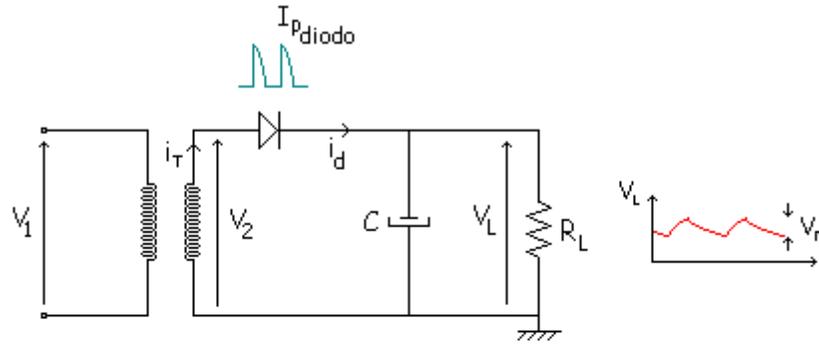
Normalmente usaremos la 1ª aproximación (ideal) o la 2ª aproximación.

¿ Qué nos conviene? ¿ C (capacidades) grandes o C pequeñas?

Si la C (capacidad) es grande el condensador se descarga más lentamente y tenemos menos tiempo para cargar el condensador, por lo tanto la intensidad de pico del condensador es muy grande.

Conclusión: Lo mejor es un C grande pero hay que tener cuidado con el D porque tiene que sufrir valores de pico mayores.

Resumiendo:

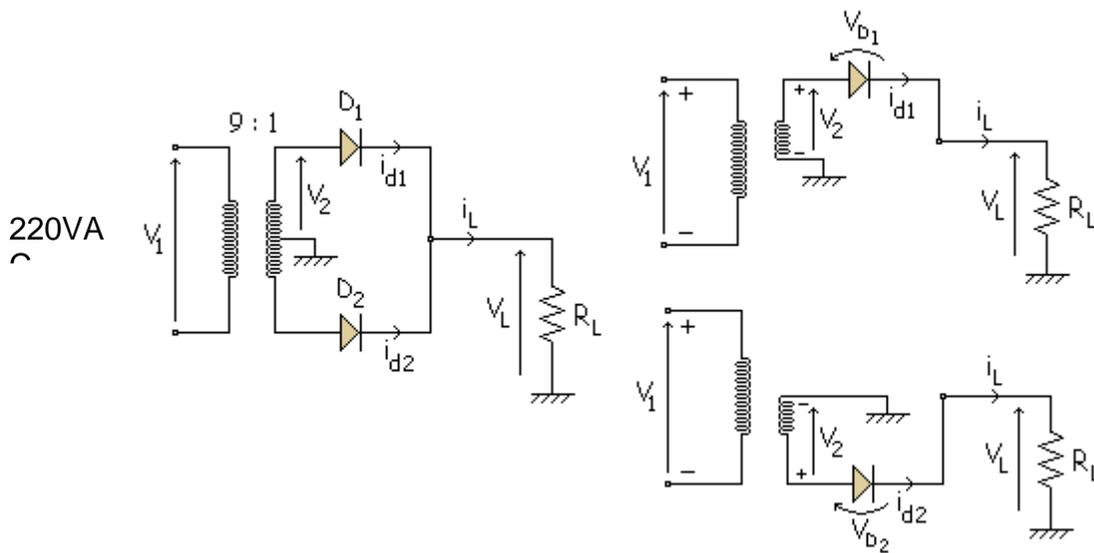


$$C \text{ grande} \begin{cases} V_R \downarrow = \frac{I_{CC_L}}{f \cdot C} \uparrow \rightarrow V_{CC_L} = V_R - \frac{V_R}{2} \\ Z_{\text{condensador}} \downarrow = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \uparrow \\ I_{p_{\text{diodo}}} \uparrow \end{cases}$$

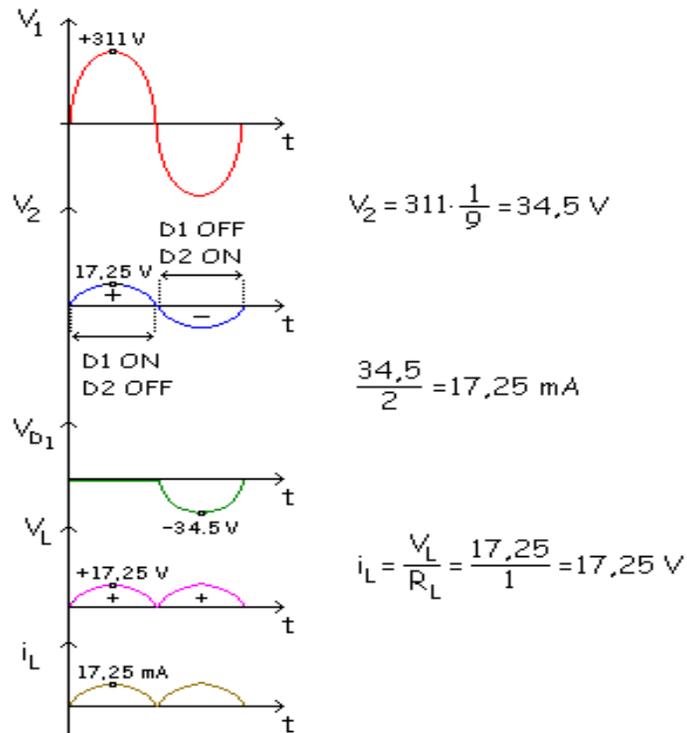
El valor de capacitancia mínimo utilizado en un rectificador de media onda es de 470 uf, y normalmente se utilizan valores de 2200 uf. Para requerimientos más exigentes se utiliza otro tipo de rectificador, como veremos a continuación.

RECTIFICADOR DE ONDA COMPLETA CON 2 DIODOS

La siguiente figura muestra un rectificador de onda completa con 2 diodos, para una tensión de entrada de 220vac:



Debido a la conexión en el centro del devanado secundario, el circuito es equivalente a dos rectificadores de media onda.

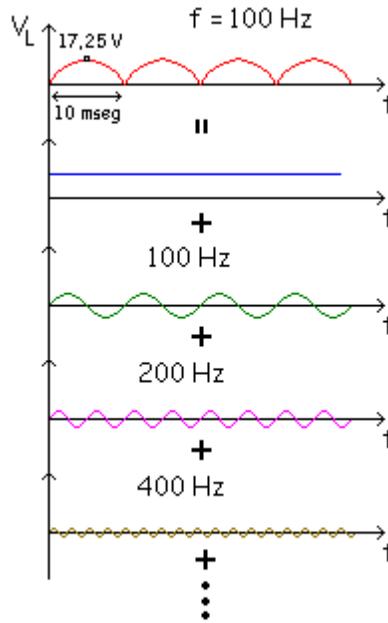


El rectificador superior funciona con el semiciclo positivo de la tensión en el secundario, mientras que el rectificador inferior funciona con el semiciclo negativo de tensión en el secundario.

Es decir, D_1 conduce durante el semiciclo positivo y D_2 conduce durante el semiciclo negativo.

Así pues la corriente en la carga rectificada circula durante los dos semiciclos.

En este circuito la tensión de carga V_L , como en el caso anterior, se medirá en la resistencia R_L .

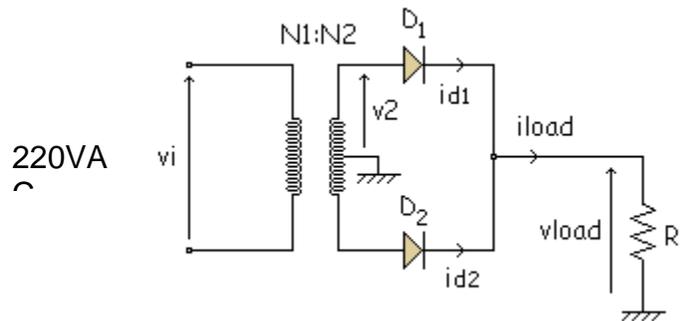


Ahora la frecuencia es el doble que la de antes y el pico la mitad del anterior caso. Así la frecuencia de la onda de salida es 2 veces la frecuencia de entrada.

$$f_{sal} = 2f_{entr}$$

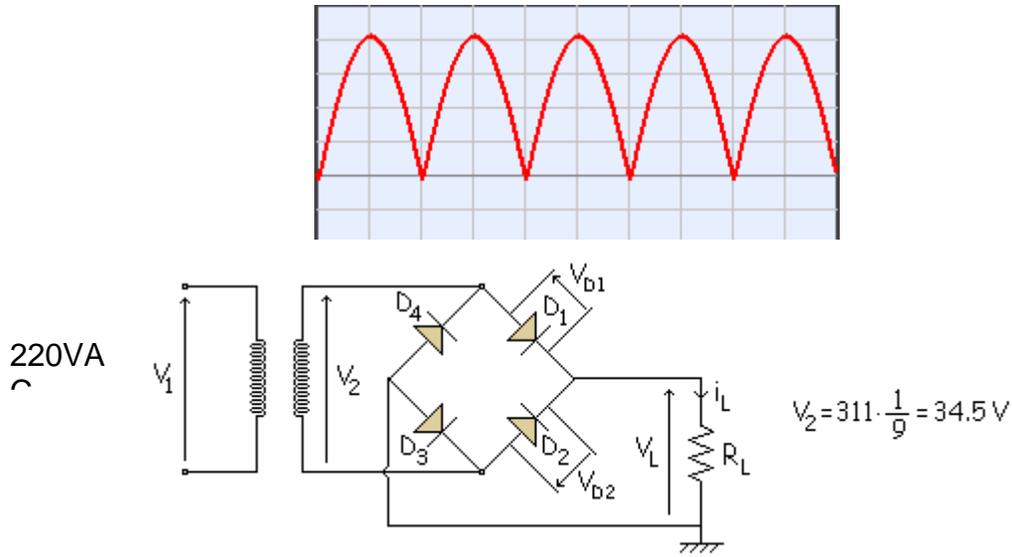
Y el valor medio sale:

$$V_{cc} = \frac{2V_{p2}}{\pi} = \frac{2 \cdot 17,25}{\pi} = 11 \text{ V}$$

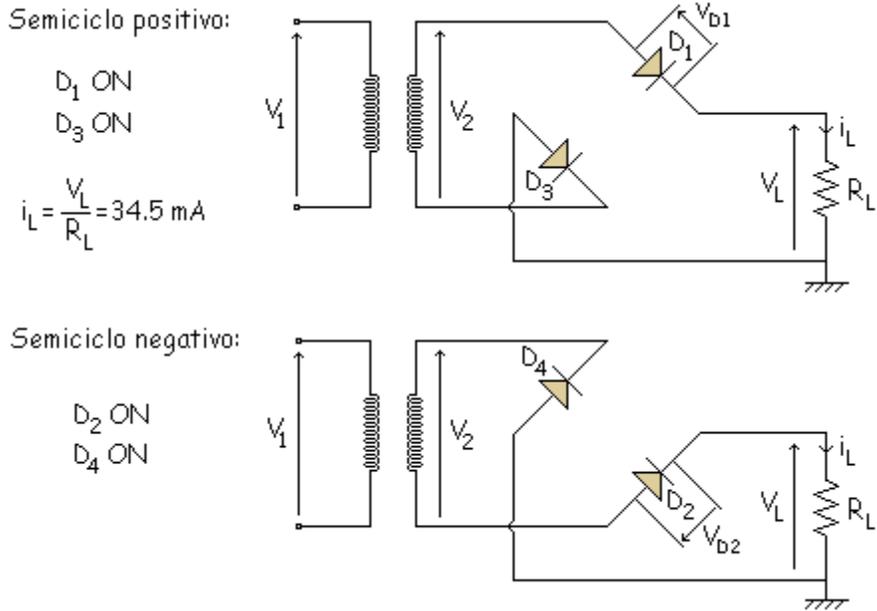


Rectificador de onda completa en puente

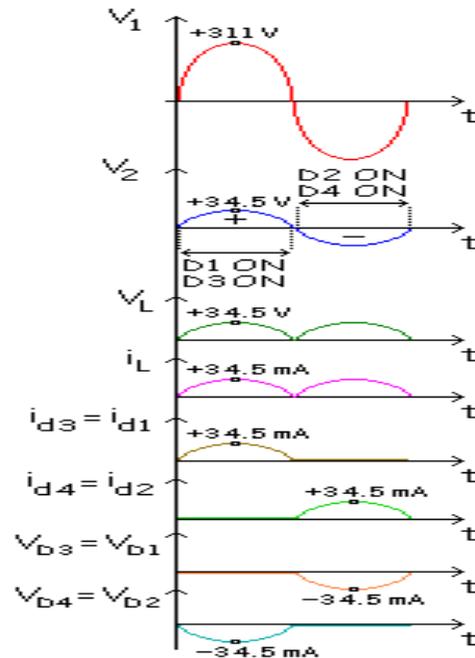
En la figura siguiente podemos ver un rectificador de onda completa en puente:



Mediante el uso de 4 diodos en vez de 2, este diseño elimina la necesidad de la conexión intermedia del secundario del transformador. La ventaja de no usar dicha conexión es que la tensión en la carga rectificada es el doble que la que se obtendría con el rectificador de onda completa con 2 diodos.



Las gráficas tienen esta forma:



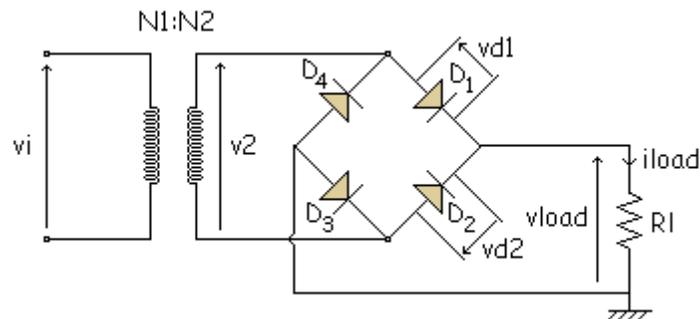
Durante el semiciclo positivo de la tensión de la red, los diodos D_1 y D_3 conducen, esto da lugar a un semiciclo positivo en la resistencia de carga.

Los diodos D_2 y D_4 conducen durante el semiciclo negativo, lo que produce otro semiciclo positivo en la resistencia de carga.

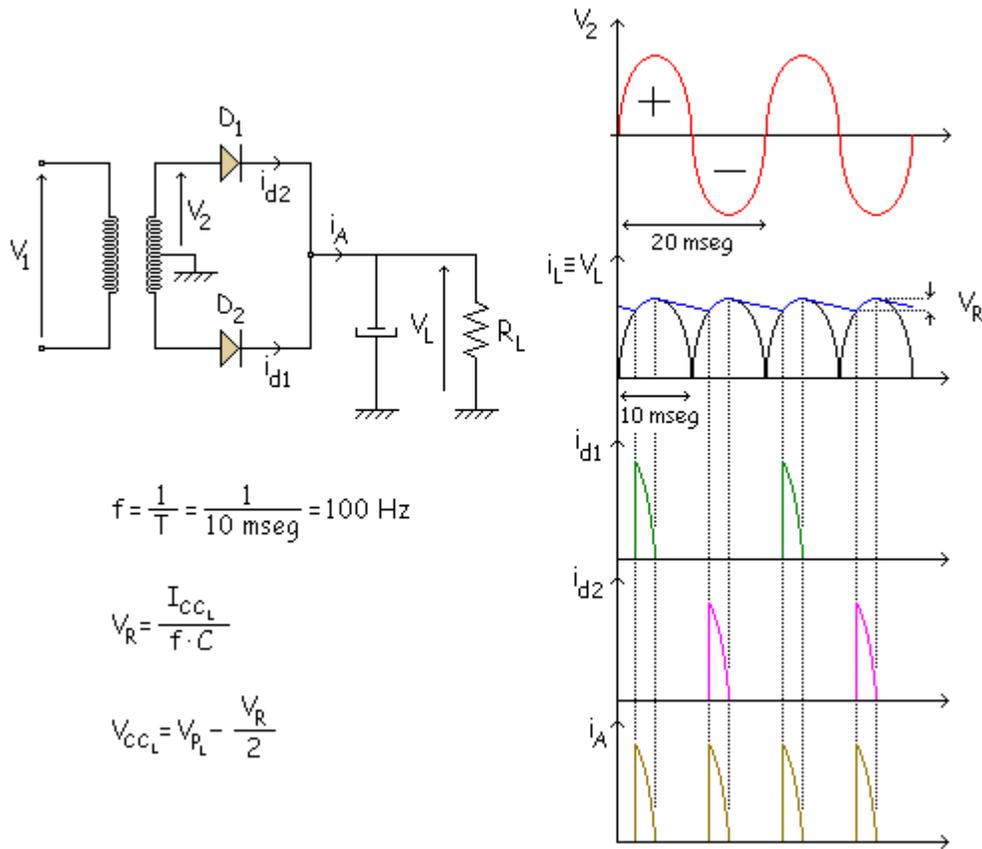
El resultado es una señal de onda completa en la resistencia de carga.

Hemos obtenido la misma onda de salida V_L que en el caso anterior.

La diferencia más importante es que la tensión inversa que tienen que soportar los diodos es la mitad de la que tienen que soportar los diodos en un rectificador de onda completa con 2 diodos, con lo que se reduce el coste del circuito.



Rectificador de onda completa con 2 diodos con filtro por condensador



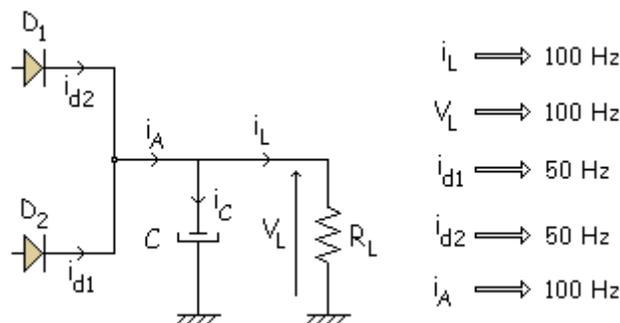
El D₁ conduce en el semiciclo positivo y sólo cuando se carga el C. El D₂ conduce en el semiciclo negativo y sólo cuando se carga el C. La deducción de esa fórmula (V_{CC_L}) es como antes, aproximar a una triangular, y sale la misma fórmula.

Las conclusiones de lo que nos conviene son las mismas de antes:

$$\left. \begin{array}{l}
 V_R \downarrow = \frac{I_{CC_L}}{f \cdot C} \uparrow \rightarrow V_{CC_L} \uparrow = V_{P_L} - \frac{V_R}{2} \\
 Z_{\text{condensador}} \downarrow = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C} \uparrow
 \end{array} \right\} \text{Ventajas}$$

$$\left. \begin{array}{l}
 I_{P_{\text{diodo}}} \uparrow
 \end{array} \right\} \text{Desventajas}$$

Intensidades



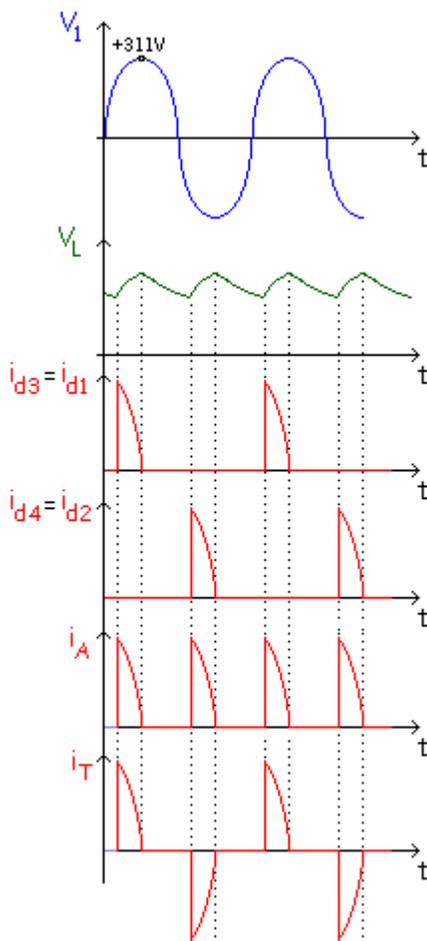
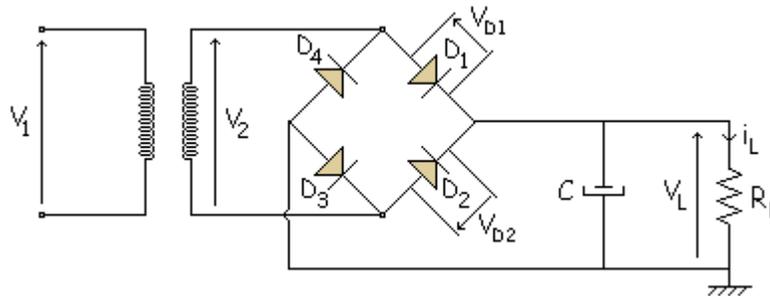
Como en el caso anterior la intensidad media por el condensador es cero: $I_{CCA} = I_{CCL}$

$$I_{CCD1} = \frac{I_{CCA}}{2} = \frac{I_{CCL}}{2}$$

En este caso la intensidad que tienen que aguantar los diodos es la mitad que en el caso anterior

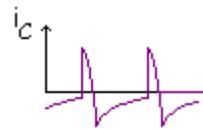
Rectificador de onda completa en puente con filtro por condensador

El C siempre se pone en paralelo con la R_L . El circuito y las gráficas son las siguientes:

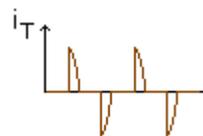


Es parecido al anterior, cambia el valor de i_T . Conducen D_1 y D_3 en positivo y conducen D_2 y D_4 en el semiciclo negativo. En el transformador el mismo bobinado sufre la intensidad, entonces tiene que soportar toda la intensidad, pero a veces hacia arriba y otras hacia abajo. Hay que diseñar el arrollamiento del hilo del secundario para que aguanten esos picos positivos y negativos.

Para el condensador sigue sirviendo lo visto anteriormente:

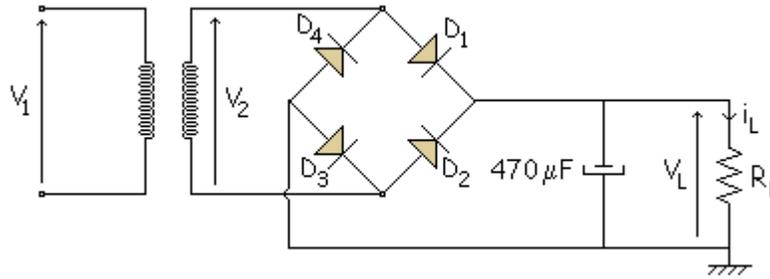


La única diferencia está en la i_T y la VIP (tensión inversa de pico).



La tensión inversa de pico (VIP) solo tiene que aguantar V_{P2} y no el doble de este valor como en el caso anterior.

EJEMPLO:

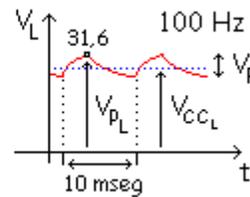


Calculamos todo lo que hemos visto en la teoría:

$$V_{p1} = 220 \cdot \sqrt{2} = 311 \text{ V}$$

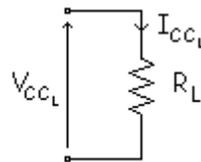
$$V_{p2} = 311 \cdot \frac{1}{9,45} = 33 \text{ V}$$

$$V_{pL} = 33 - 2 \cdot 0,7 = 31,6 \text{ V}$$



Kirchoff se cumple para valores medios, con valores eficaces no se cumple (con ondas senoidales).

$$V_{ccL} = 31,6 - \frac{V_{ccL}}{2}$$



El valor medio de la corriente en la carga será:

$$I_{ccL} = \frac{V_{ccL}}{1000} = \frac{31,6 - \frac{V_R}{2}}{1000}$$

El valor del rizado es:

$$V_R = \frac{I_{ccL}}{f \cdot C} = \frac{\frac{31,6 - \frac{V_R}{2}}{1000}}{100 \cdot 470 \cdot 10^{-6}} \Rightarrow \text{Resolviendo} \Rightarrow V_R = 0,665 \text{ V}$$

$$\text{Valor mínimo} \Rightarrow 31,6 - 0,665 = 30,935 \text{ V}$$

El condensador se descargará hasta ese valor mínimo.

$$V_{ccL} = 31,6 - \frac{0,665}{2} = 31,27 \text{ V}$$

$$I_{ccL} = \frac{V_{ccL}}{1000} = \frac{31,27}{1000} = 31,27 \text{ mA}$$

El valor medio del diodo es:

$$I_{CCD} = \frac{I_{CCL}}{2} = 15,635 \text{ mA}$$

Hoja de características del diodo

Antes teníamos:

- Continua**
- V_R
 - $I_{F(máx)} \equiv I_O$

Ahora tenemos alterna y nos interesa:

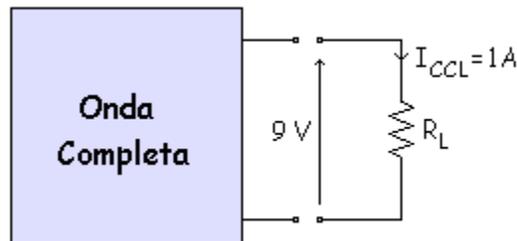
Alterna

- $I_{F(máx)} \equiv I_O$ Corriente promedio rectificadora (I_{CCD}) en polarización directa
1N4001: 1 A (una fase, carga resistiva, 50 Hz, $T_A = 75^\circ\text{C}$)
- V_{RRM} Tensión de ruptura V_R Continua
1N4001: -50 V V_{RRM} Alterna
 V_{RWM} Otros circuitos
- $I_{FSM} \equiv I_{pico}$ transitoria **1N4001**: 30 A si el C se carga en 1 ciclo
 24 A si el C se carga en 2 ciclos
 18 A si el C se carga en 4 ciclos

Para un diodo concreto los tres tienen el mismo valor

Sugerencias para el diseño de fuentes de alimentación

Nos dicen que tenemos un rectificador de onda completa con una V_L ($V_{CCL} = 9 \text{ V}$) y I_L ($I_{CCL} = 1 \text{ A}$).



Primero se elige el rizado (V_R), que se toma aproximadamente:

$$V_R = 10\% \quad V_{CCL} = 0,9 \text{ V}$$

Una vez que se tiene el rizado se saca la capacidad:

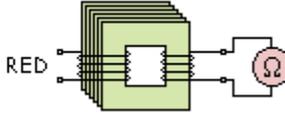
$$V_R = \frac{I_{CCL}}{f \cdot C} \Rightarrow C = \frac{I_{CCL}}{f \cdot V_R} \mu F$$

Ahora hay que ver si es $C < 1000 \text{ F}$ o $C > 1000 \text{ F}$ para ver si se carga el C con uno o más ciclos.

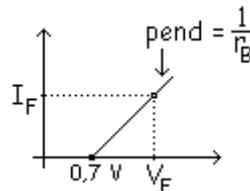
Si $C < 1000 \text{ uf}$ el C se carga en 1 ciclo, en el transitorio inicial.

Si $C > 1000 \text{ uf}$ el C se carga en más de 1 ciclo.

Si es el segundo caso:

$$I_{\text{pico (inicial)}} = \frac{V_{p2}}{2r_B - R_{\text{Bobinado 2º}}}$$


Se calcula con un ohmetro el valor de la resistencia del bobinado secundario, y la r_B se saca del catálogo, con los valores de I_F y V_F .



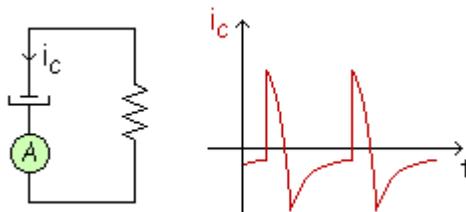
Se saca $I_{\text{pico inicial}} = I_{FSM}$ y se elige un diodo adecuado viendo en el catálogo. Después se elige un transformador, etc...

Suelen haber problemas en circuitos que absorben mucha corriente porque suele salir una capacidad muy grande.

$$I_{CCL} \uparrow \Rightarrow C \uparrow$$

Por se tendrá que coger mayor rizado como por ejemplo un 20 % para que no halla problemas.

El condensador se calienta, si la corriente por el condensador es muy grande se puede destruir el C. Para elegir el condensador se mide el verdadero valor eficaz con un amperímetro.

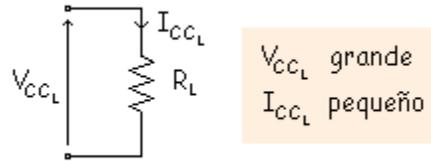


Finalmente se ve en el catálogo el valor, por ejemplo de 5000 F, y tenemos varios condensadores que aguantan diferentes corrientes, y se elige uno.

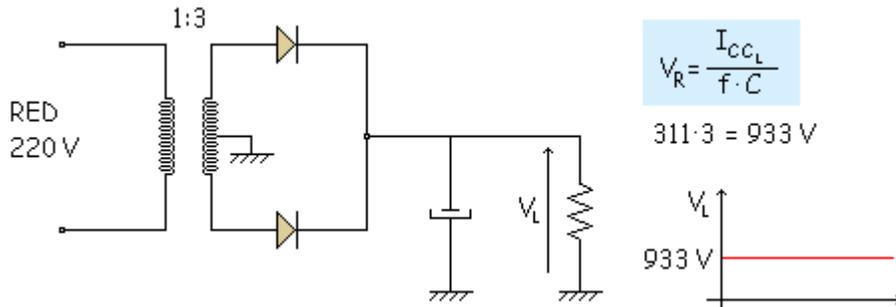
Después de esto elegir un transformador ya no es tan problemático.

Multiplicadores de tensión

A veces hay cargas que necesitan una tensión muy alta y que absorben una corriente pequeña



EJEMPLO: Tubo de rayos catódicos (TV, monitor de ordenador, osciloscopio).
Entonces hay que elevar la tensión de la red. Primero se pone un transformador elevador con todos los diodos y condensadores que necesite.

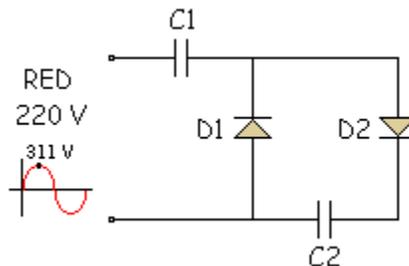


Y tenemos un rizado casi nulo.

El mayor problema es que el transformador elevador sería muy voluminoso porque necesitaría muchas espiras, además el campo eléctrico sería grande, VIP del diodo también ($V_{IP} = 2V_{pico} = 2 \cdot 933 = 1833 \text{ V}$ en inversa), mucha tensión en el C, etc...

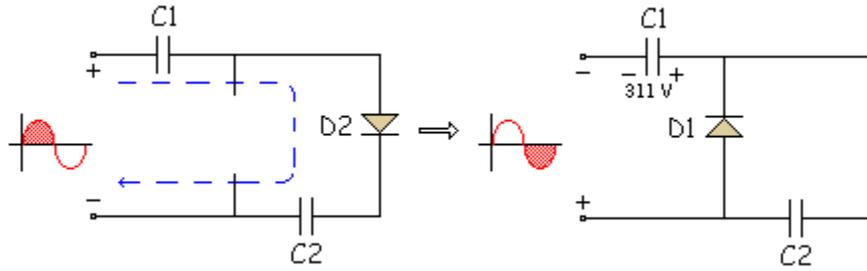
Por eso no se usa un transformador elevador sino que se utiliza un multiplicador de tensión. Hay varios tipos de multiplicadores de tensión, nosotros analizaremos estos cuatro:

- El Doblador de tensión
 - El Doblador de tensión de onda completa
 - El Triplicador
 - El Cuadruplicador
- Doblador de tensión**

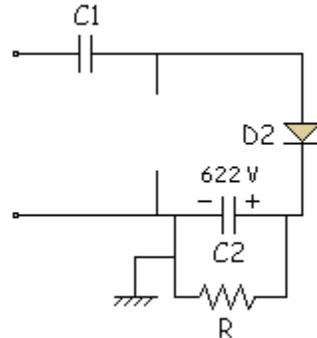


Para comenzar a analizar este tipo de circuitos es interesante tener en cuenta este truco.

Truco: Empezar en el semiciclo (malla) donde se cargue un solo condensador.



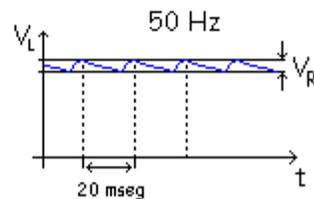
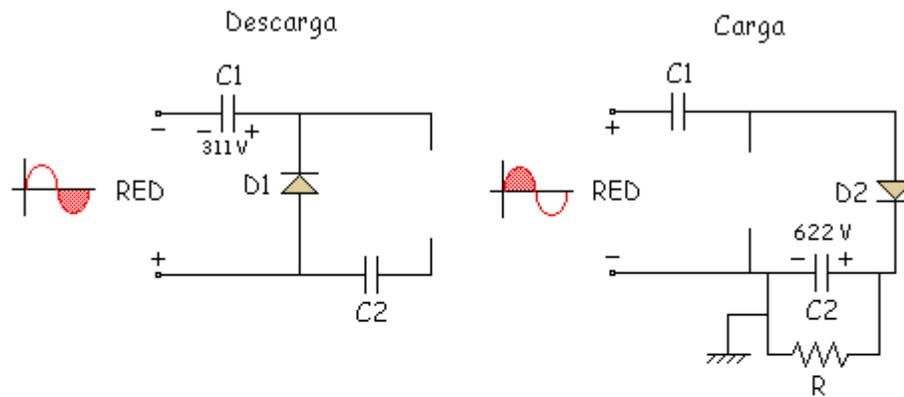
Entonces nos queda de esta forma si ponemos la carga en C2:



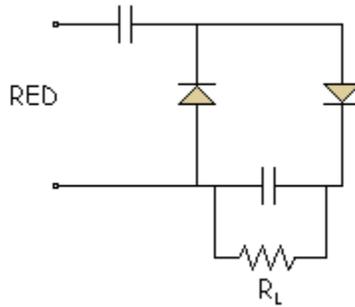
La masa se coloca en el borne negativo del condensador Y se carga C2 a 622 V. Y como se ve, si se conectan las bornas a C2, esto es un doblador de tensión. Como la corriente de descarga es pequeña, el C2 se descarga despacio con una constante de tiempo de valor:

$\tau \gg 20 \text{ mseg}$

Resumiendo tenemos:

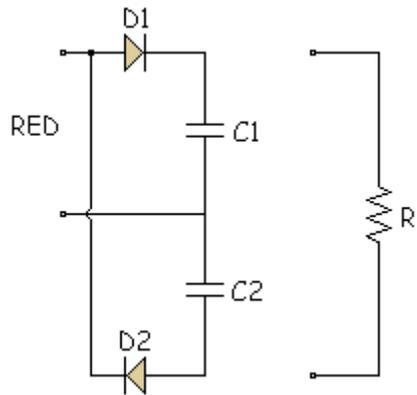


Como es de 50 Hz se puede decir que es un "Doblador de tensión de media onda". Si cambiamos un poco el circuito tendremos otro ejemplo:

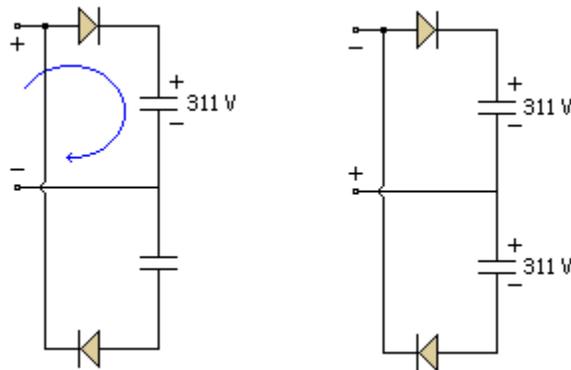


Doblador de tensión de onda completa

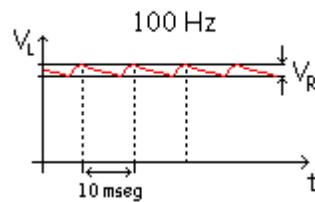
Quitamos la carga para analizarlo. Pulsar doblemente el la imagen para ver su comportamiento:



Como ya se ha dicho antes empezamos por donde halla un solo condensador.



Si representamos V_L en función del tiempo.

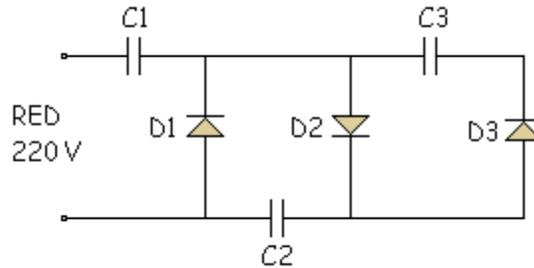


Primero uno luego el otro, se van turnando los 2 condensadores, como cada uno es de 50 Hz los 2 a la vez son 100 Hz.

Este circuito tiene una ventaja respecto al anterior: El rizado es más pequeño. La desventaja radica en que no sabemos donde colocar la masa, en el caso anterior lo teníamos fácil, pero ahora si ponemos debajo de R_L no hay ningún borne de la red a masa.

Si conectamos una carga también a masa puede haber un cortocircuito. Hay que andar con cuidado al usar ese circuito.

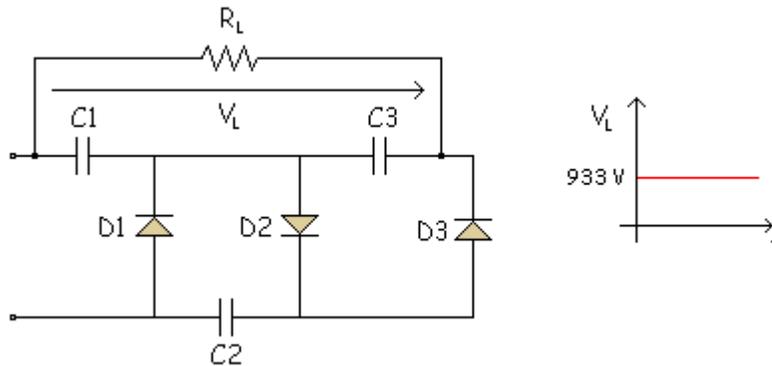
Triplicador



Al de media onda se le añade algo.

El principio es idéntico: Semiciclo negativo se carga C1, semiciclo positivo se carga C2 a 622 V, semiciclo negativo se carga C3 a 622 V, 2 veces el pico.

Ahora elegimos los terminales para sacar:



Con esto se puede hacer un doblador y un triplicador dependiendo de donde se colocan los terminales. Y tenemos 933 V a la salida.

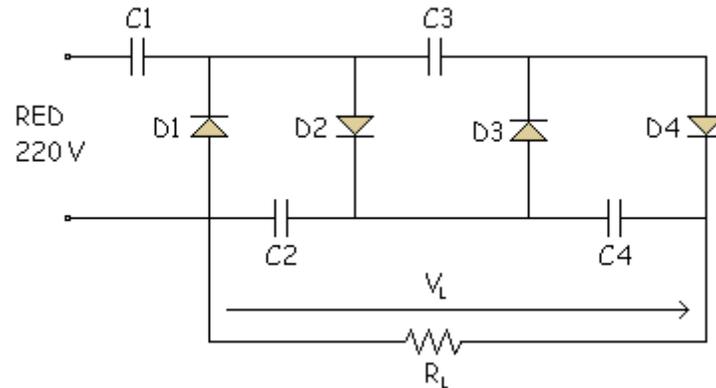
El truco consiste en que la constante de tiempo de descarga sea:

$\tau \gg 20 \text{ mseg}$ $\tau = R_L \cdot (C1 + C3)$

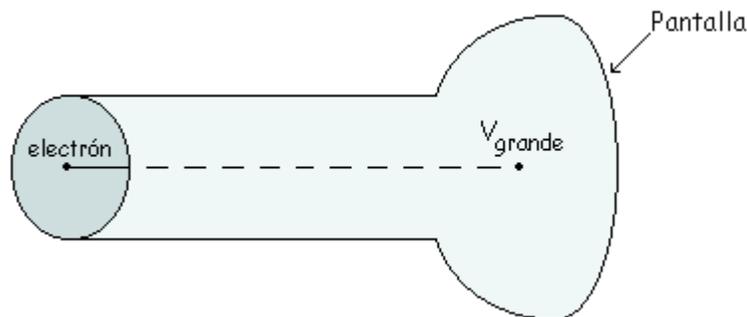
Y si a este circuito se le añade una etapa más (diodo y condensador) se convierte en un cuadruplicador.

Cuadruplicador

Es como los anteriores, y la tensión se toma como se ve en la figura:



Aplicación: Estos circuitos que hemos visto sirven para conseguir unas tensiones grandes y por ello se pueden usar en los "Tubos de Rayos Catódicos".



Los electrones deben ser acelerados para chocar con la pantalla a una velocidad muy grande, se excita un electrón de fósforo y al volver cede energía en forma de luz. Para acelerar los electrones hace falta una tensión muy grande para que cojan velocidad

El Limitador

Podemos tener dos tipos de diodos:

De Pequeña Señal: Frecuencias mayores que la red, limitaciones de potencia menores que 0.5 W (corrientes de miliAmperios).

Limitadores.

Cambiadores de nivel.

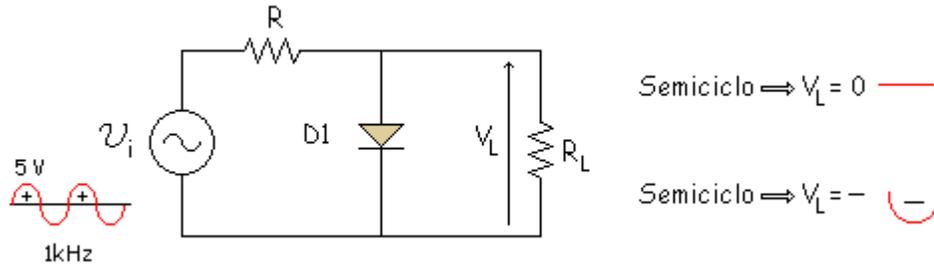
Detector de pico a pico.

De Gran Señal: Diodos de potencia, son los diodos que se usan en las fuentes de alimentación, tienen una limitación de potencia mayor que 0.5 W (corrientes de Amperios)

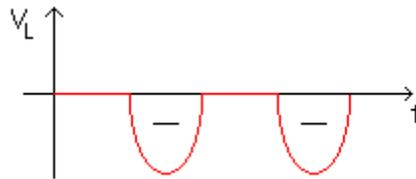
Ahora vamos a analizar los diodos de pequeña señal.

Limitador positivo

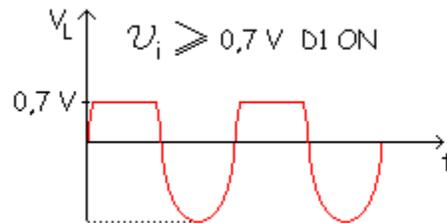
Esta es la forma de un limitador positivo:



Se tomo $R_L \gg R$ para que en el semicyclo negativo vaya todo a la salida.



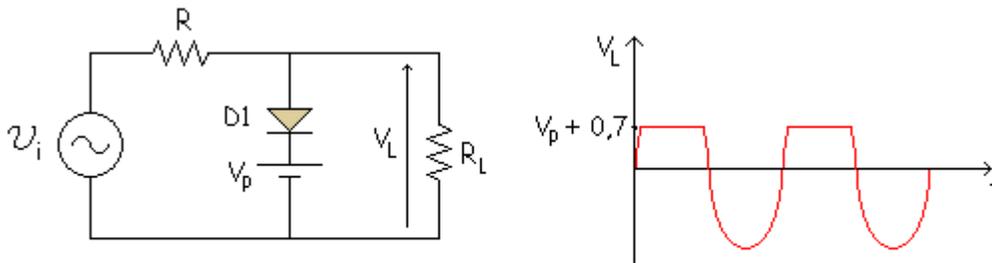
Recorta los semicyclos positivos, limita o recorta. Si se usa la 2ª aproximación:



No recorta de forma perfecta por no ser ideal el diodo.

Limitador positivo polarizado

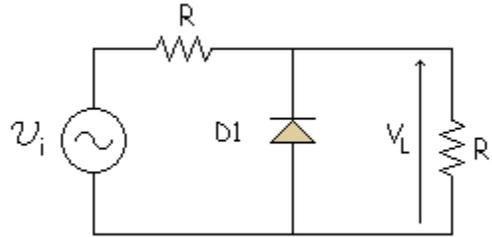
Es como el anterior pero con una pila.



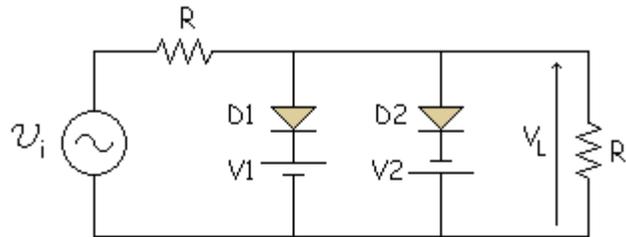
Semicyclo + \Rightarrow cuando $v_i \geq V_p + 0,7$ D1 ON

Limitador negativo

La diferencia con el limitador positivo radica en el cambio de dirección del diodo.



Para explicar el comportamiento del limitador negativo vamos a analizar un limitador doble, que esta compuesto por un limitador polarizado positivo y otro limitador polarizado negativo.

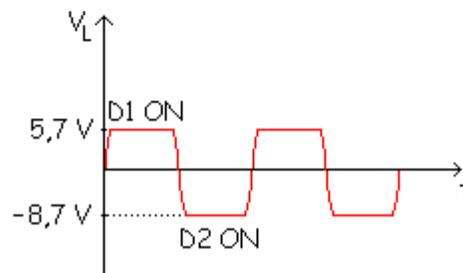


Semiciclo + \Rightarrow cuando $v_i \geq V1 + 0,7$ D1 ON

si $V1 = 5\text{ V}$ $v_L = V1 + 0,7 = 5,7\text{ V}$

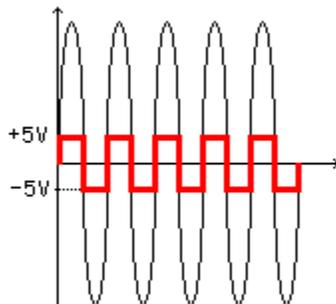
Semiciclo - \Rightarrow cuando $v_i \leq -(V2 + 0,7)$ D2 ON

si $V2 = 8\text{ V}$ $v_L = -(V2 + 0,7) = -8,7\text{ V}$



Esto era para $R_L \gg R$. Si no se cumpliera esto no sería una senoidal cuando no conducen los diodos.

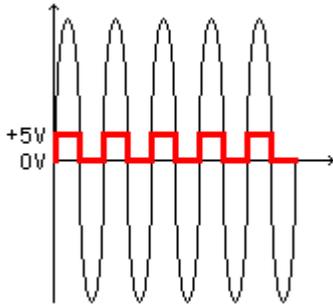
Es un circuito recortador (limitador), es un circuito limitador positivo polarizado y limitador negativo polarizado.



Aplicación: Si se mete una onda de pico muy grande a la entrada, aparece una onda prácticamente cuadrada a la salida, que aunque no sea tan parecida se toma como si fuese una onda cuadrada (es imposible hacer una onda cuadrada perfecta).

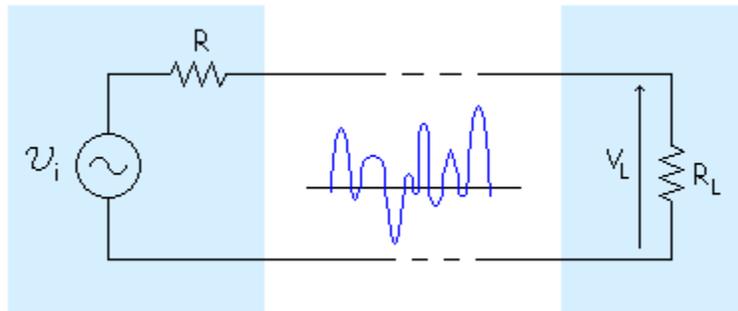
Primera aplicación: "Transformar una Senoidal a Cuadrada".

Si recorto en + 5 V y en 0 V.

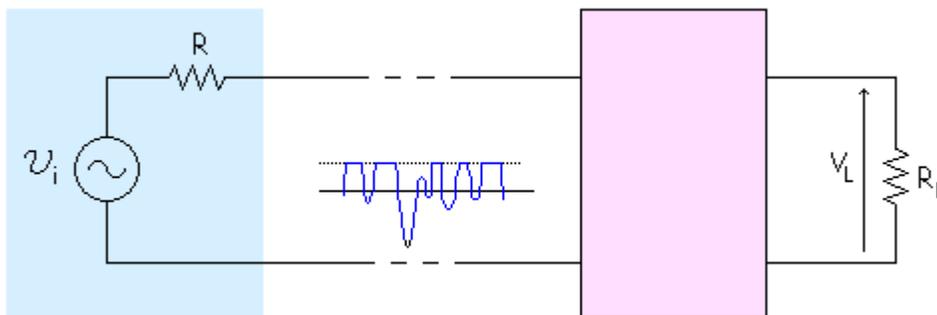


Puedo aprovechar esto para electrónica digital

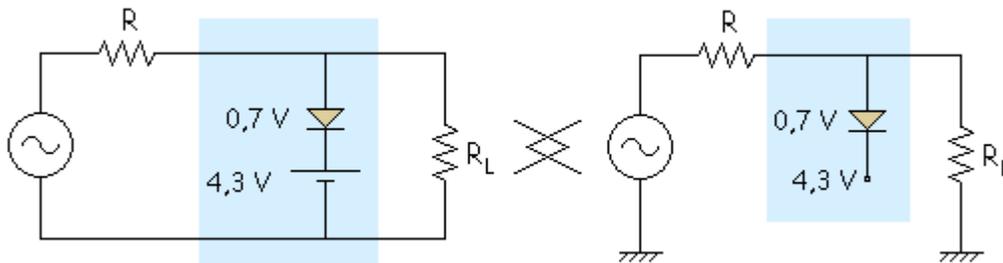
Aplicación: Si tenemos un circuito que da alterna a su salida que es variable y nosotros queremos transmitir esa onda a la carga, podemos estropear la carga si conectamos directamente la carga a ese circuito.



Por eso ponemos un recortador o limitador entre la carga y ese circuito para que no se estropee la carga. Es para protección de la carga (se puede limitar la parte positiva, la negativa o las dos dependiendo del limitador que se utilice).



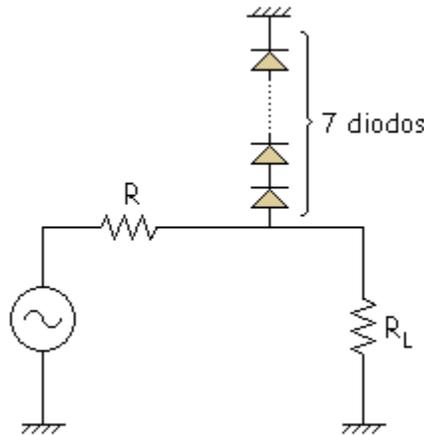
EJEMPLO: Imaginemos que queremos limitar la parte positiva.



Así se protege la carga de tensiones mayores de + 5 V.

Limitador = Fijador = Recortador

Pero este circuito suele ser caro debido a la pila, que suele ser una Fuente de alimentación con su condensador, diodos, etc... Como la pila es cara se ponen muchos diodos:



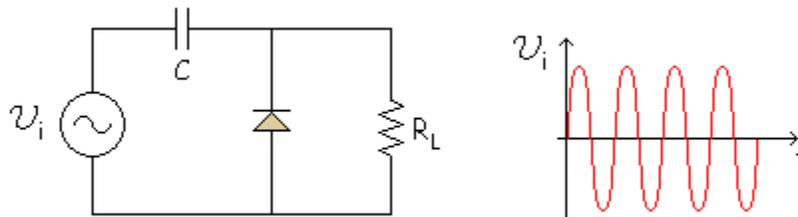
El único inconveniente de este circuito es que nos limita esa tensión a múltiplos de 0,7 V.

El cambiador de nivel de continua

Como en el caso anterior hay dos tipos de cambiadores de nivel positivo y negativo.

Cambiador de nivel positivo

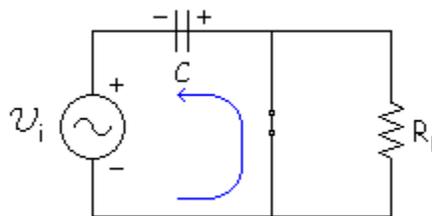
Lo veremos con un ejemplo:



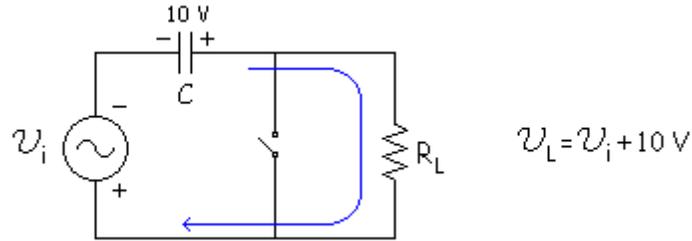
NOTA: La carga no tiene porque ser solo una resistencia, puede ser el equivalente de Thévenin de otro circuito, etc...

Truco: Se empieza por el semiciclo en el que conduce un diodo y se carga un condensador.

Seguimos con el ejemplo. Semiciclo negativo.



Suponemos el diodo ideal. El condensador se carga en el semiciclo negativo. Una vez cargado, el condensador se descarga en el semiciclo positivo:



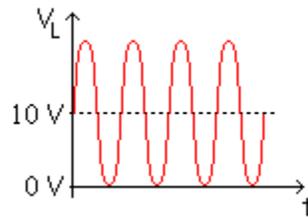
Interesa que el condensador se descargue lo menos posible. Para que sea la descarga sea prácticamente una horizontal se tiene que cumplir:

$$\tau = R_L \cdot C \gg T$$

T = Periodo de la onda de entrada

Si suponemos que el condensador se descarga muy poco, suponemos siempre cargado a 10 V el condensador.

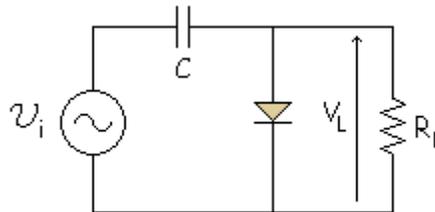
Hemos subido 10 V el nivel de continua.



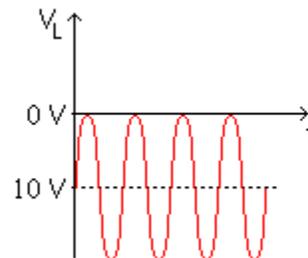
OFFSET = Nivel de continua

Este es el cambiador de nivel positivo. Si quisiera cambiar hacia abajo sería el cambiador de nivel negativo que es igual cambiando el diodo de sentido.

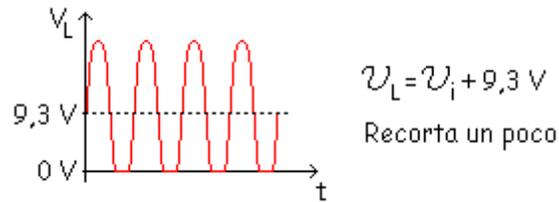
Cambiador de nivel negativo



Como antes, el condensador siempre a 10 V. Se le resta 10 a la entrada. Es un "OFFSET Negativo".



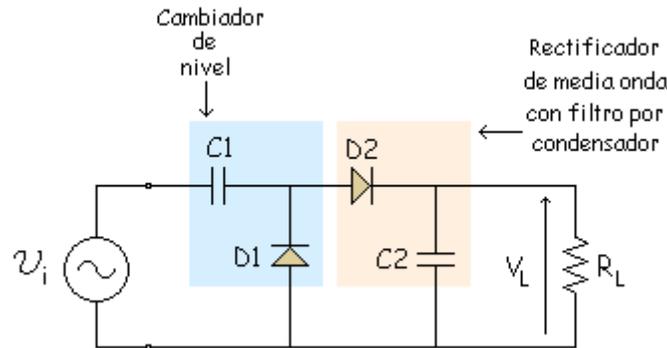
Todo esto es cogiendo el diodo ideal. Si usamos 2ª aproximación, diodo a 0.7 V.



Detector de pico a pico

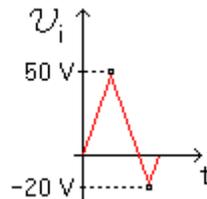
Detector de pico a pico = Medidor de pico a pico = Doblador de tensión

Nos basamos en el cambiador de nivel y le vamos a añadir un rectificador de media onda con filtro por condensador.

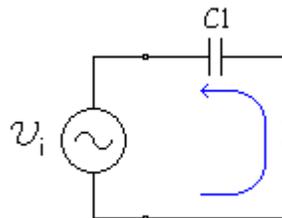


Es como un doblador de tensión físicamente pero cambia el concepto.

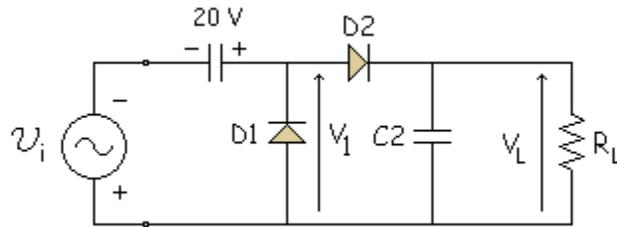
EJEMPLO: Tomamos una onda triangular:



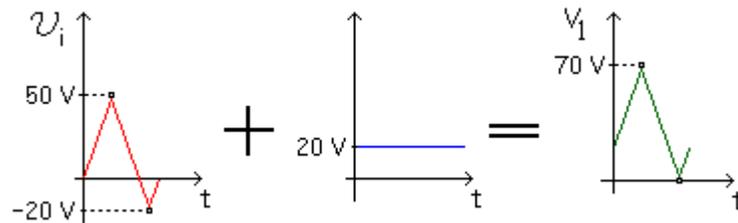
Empezamos con 1 diodo y 1 condensador como siempre.



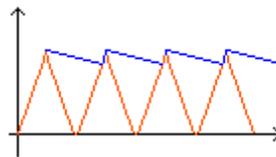
Se carga a 20 V. Suponemos que el C no se descarga nunca, entonces:



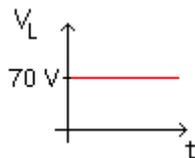
Y V_1 es:



Recordar lo que hacía el condensador:



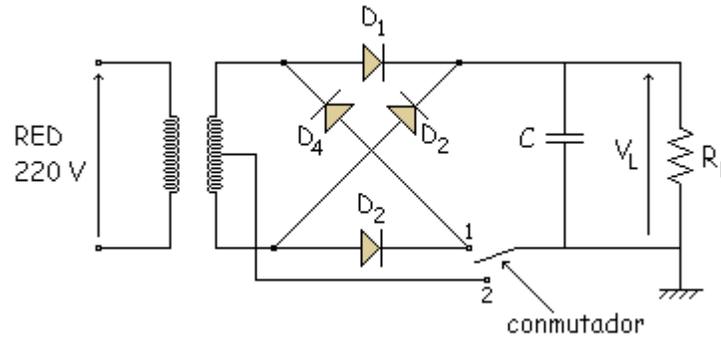
Si suponemos que no se descarga nada, V_L sería:



Ponemos el voltímetro en DC (continua) para ver esa gráfica que nos marcaría 70. Tenemos un pequeño error debido a la caídas en los diodos, nos daría 68 o algo menos. Para que ese error sea menor se puede poner Germanio (0.3 V) en vez de Silicio (0.7 V) para que halla un menor error

Problemas

La tensión en el secundario en la figura es de 25 Vrms. Con el conmutador en la posición superior. ¿cuál es la tensión de salida?

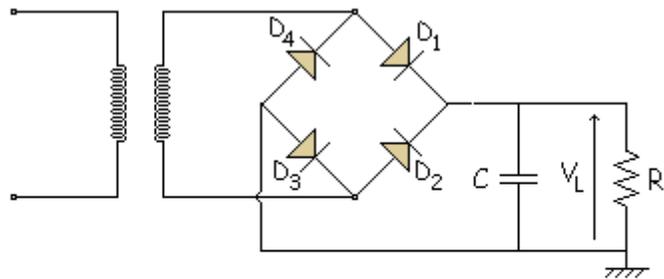


Tomar todos los valores ideales.

Solución:

Posición 1

Bien dibujado el circuito de arriba es un circuito en puente:



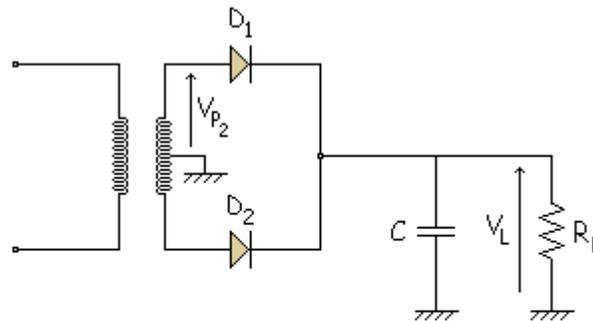
$$V_R \approx 0$$

despreciamos

$$V_{CC_L} = V_{P_2} - 2 \cdot 0,7 - \frac{V_R}{2} = 25 \cdot \sqrt{2} = 35,35 \text{ V}$$

Posición 2

Es un rectificador de onda completa.



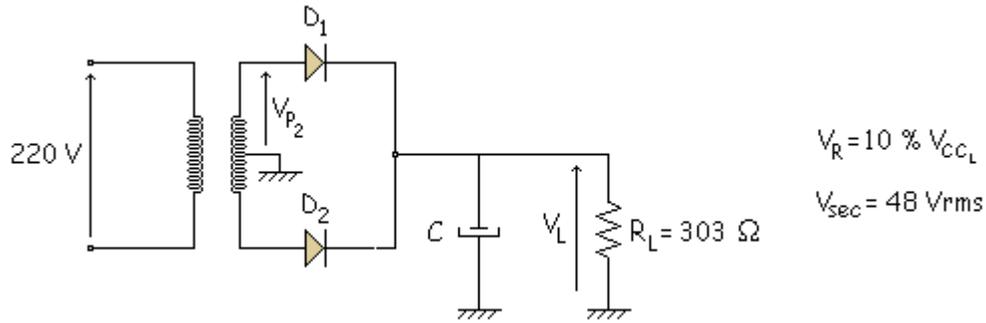
$$V_R \approx 0$$

despreciamos

$$V_{CC_L} = V_{P_2} - 0,7 - \frac{V_R}{2} = \frac{25}{2} \cdot \sqrt{2} = 17,67 \text{ V}$$

Problema 4.2

Calcular I_o y V_{IP} para el circuito de la figura



Solución:

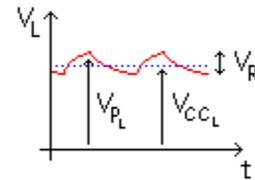
$$V_{P_2} = \frac{48}{2} \cdot \sqrt{2} = 33,94 \text{ V}$$

$$V_{P_L} = 33,94 - 0,7 = 33,24 \text{ V}$$

$$V_{CC_L} = V_{P_L} - \frac{V_R}{2} = 33,24 - \frac{0,1 \cdot V_{CC_L}}{2} \Rightarrow V_{CC_L} = 31,657 \text{ V}$$

$$V_R = 3,1657 \text{ V}$$

$$I_{CC_L} = \frac{31,657}{0,33} = 95,93 \text{ mA}$$



$$V_R = \frac{I_{CC_L}}{f \cdot C} \Rightarrow 3,1657 = \frac{95,93 \cdot 10^{-3}}{100 \cdot C} \Rightarrow C = 3,03 \cdot 10^{-4} \text{ F} = 303 \mu\text{F}$$

$$I_o = I_{CC_D} = \frac{I_{CC_L}}{2} = \frac{95,93}{2} = 47,965 \text{ mA}$$

$$V_{IP} = 48 \cdot \sqrt{2} = 67,88 \text{ V}$$

Bibliografía:

Material preparado por Ing. Martín E. Duran Instructor de electrónica y telecomunicaciones centro Metalmecánico SENA Regional Antioquia
 Tomado del Curso de electrónica Básica por Internet Por: Autor: Andrés Aranzabal
 Olea Director de proyecto: Carmelo Alonso González
 e-mail de contacto: jtpalgoc@sb.ehu.es